

PCT/JP2004/005522

16.4.2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 2003年 4月23日
Date of Application:

RECD 10 JUN 2004
WIPO PCT

出願番号 特願2003-118168
Application Number:
[ST. 10/C] : [JP2003-118168]

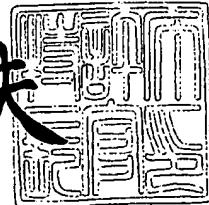
出願人 光洋精工株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 5月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3045585

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
【整理番号】 105776
【提出日】 平成15年 4月23日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B62D 5/04
【発明の名称】 電動パワーステアリング装置
【請求項の数】 3
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株
式会社内
【氏名】 作田 雅芳
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株
式会社内
【氏名】 南 光晴
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株
式会社内
【氏名】 椎名 晶彦
【特許出願人】
【識別番号】 000001247
【氏名又は名称】 光洋精工株式会社
【代理人】
【識別番号】 100078868
【弁理士】
【氏名又は名称】 河野 登夫
【電話番号】 06-6944-4141

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001889

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9810581

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電動モータによって回転され、転がり軸受に軸長方向への移動を可能に支持された小歯車と、該小歯車の軸長方向への移動を抑制する弾性体と、前記小歯車に噛合し舵取手段に繋がる大歯車とを備え、前記電動モータの回転によって操舵補助するようにした電動パワーステアリング装置において、前記弾性体は前記転がり軸受の内輪に取着されており、前記弾性体の撓み量を制限する制限部を備えていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 2】 前記内輪は軌道溝と一側面との間に環状溝を有しており、前記弾性体は前記環状溝に外嵌される嵌合内周部を有する皿ばねである請求項 1 記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 3】 電動モータによって回転され、その歯部の両端に径方向の段部を介して軸部を有する小歯車と、前記軸部が挿入され小歯車を軸長方向へ移動部を可能に支持する転がり軸受と、前記小歯車に噛合し舵取手段に繋がる大歯車とを備え、前記電動モータの回転によって操舵補助するようにした電動パワーステアリング装置において、前記弾性体は前記小歯車の段部に取着されており、前記弾性体の撓み量を制限する制限部を備えていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は操舵補助力の発生源として電動モータを用いてなる電動パワーステアリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

車両用の電動パワーステアリング装置としては、例えば操舵輪に繋がる入力軸及び該入力軸にトーションバーを介して同軸的に繋がる出力軸の相対角変位量によって前記入力軸に加わる操舵トルクを検出し、検出したトルクに基づいて操舵

補助用の電動モータを駆動し、該電動モータの回転力を減速歯車機構を介して舵取機構に伝動することにより操舵輪の回転に応じた舵取機構の動作を前記電動モータの回転により補助し、舵取りのための運転者の労力負担を軽減するように構成されている（例えば、特許文献1。）。

【0003】

減速歯車機構としては前記電動モータの駆動軸に連結される小歯車としてのウォームと、該ウォームに噛合する大歯車としてのウォームホイールとを備え、該ウォームホイールが前記出力軸の途中に嵌合固定されている。

【0004】

ところで、以上のように構成された電動パワーステアリング装置のウォームは、両端部を支持する転がり軸受に対して軸長方向への移動ができないように支持されているため、前記操舵輪が操舵中立位置から左又は右方向へ操舵されにより、操舵初期から前記電動モータが回転し、操舵補助が行われるように構成された場合、車両の高速走行時に操舵角が例えば1°程度に小さいときにおいても操舵補助が行われることになり、操舵フィーリングの低下を来すことになる。このため、一般には操舵角が1°程度に小さいときは電動モータが駆動されず、適度の操舵角を超えたときに電動モータが駆動されるように構成されている。

【0005】

【特許文献1】

特開2002-21943号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように適度の操舵角を超えるまでの間電動モータが駆動されないように構成された場合、電動モータが駆動されない操舵領域、即ち、操舵中立位置の近傍領域での操舵時、操舵輪の操舵力が前記入力軸、トーションバー、出力軸、ウォームホイール及びウォームを介して電動モータの駆動軸に伝動され、該駆動軸が回転されることになる。この結果、電動モータの駆動軸を回転させるための負荷がウォーム、ウォームホイール、出力軸、トーションバー、及び入力軸を介して操舵輪に加わり、操舵負荷が大きくなり、操舵フィーリングの低下を来すこと

になる。

【0007】

ところで、電動モータが駆動されない操舵領域での操舵負荷を低減するには、例えば特開平11-43062号公報に記載されているように、電動モータの駆動軸に連結されたウォームを軸長方向に離隔する2個の転がり軸受がウォームの軸長方向への移動を可能に支持し、この2個の転がり軸受の内輪と前記ウォームとの間に2個の皿ばねを設け、各皿ばねの弾性復元力によりウォームの軸長方向両方への移動を抑制するように構成することにより達成することが可能である。

【0008】

この構成にあっては、電動モータが駆動されない操舵領域で操舵されることによって操舵輪の操舵力がウォームホイールからウォームに伝動されたとき、該ウォームに加わる軸長方向への分力によってウォームが皿ばねの弾性復元力に打ち勝って軸長方向へ移動し、ウォームの回転角は小さくなり、ウォームから電動モータの駆動軸への伝動は緩和される。

【0009】

しかしながら、特開平11-43062号公報に記載されているように構成された場合、電動モータが駆動されない操舵領域でウォームに加わる軸長方向への力が比較的大きい場合、皿ばねが撓み限界を超えることがあり、このときには皿ばねが塑性変形し、又、耐久性が低下する。

【0010】

また、皿ばねは内縁から外縁にかけてテープになっているため、テープの向きが逆になるように組込まれた場合、皿ばねの機能が低下することになり、組直しを余儀なくされる。

【0011】

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、操舵補助用のモータが駆動されない操舵領域での操舵負荷を低減するための弾性体の塑性変形を防止し、耐久性を高めることができるとともに、この弾性体の組直しをなくすことができる電動パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

第1発明に係る電動パワーステアリング装置は、電動モータによって回転され、転がり軸受に軸長方向への移動を可能に支持された小歯車と、該小歯車の軸長方向への移動を抑制する弾性体と、前記小歯車に噛合し舵取手段に繋がる大歯車とを備え、前記電動モータの回転によって操舵補助するようにした電動パワーステアリング装置において、前記弾性体は前記転がり軸受の内輪に取着されており、前記弾性体の撓み量を制限する制限部を備えていることを特徴とする。

【0013】

第1発明にあっては、操舵中立位置から左右いずれかの方向への操舵時、小歯車に加わる軸長方向への力によって弾性体が撓むことになり、この結果、モータが駆動されない操舵領域での操舵負荷を低減することができ、操舵フィーリングを改善することができる。また、小歯車に加わる軸長方向への力によって弾性体が撓むとき、この弾性体の撓み量を制限部により制限するため、弾性体の耐久性を改善することができる。

しかも、弾性体は転がり軸受の内輪に取着されており、弾性体を単独で組み込む必要がないため、この弾性体の組込み間違いがなく、弾性体の組直しをなくすことができるとともに、組込み作業性を向上できる。

【0014】

第2発明に係る電動パワーステアリング装置は、前記内輪は軌道溝と一側面との間に環状溝を有しており、前記弾性体は前記環状溝に外嵌される嵌合内周部を有する皿ばねであることを特徴とする。

第2発明にあっては、嵌合内周部を環状溝に外嵌することにより皿ばねを転がり軸受に取着することができるため、皿ばねの取着を簡易にできる。しかも、内輪及び外輪間の空間を皿ばねの撓み域とすることができるため、皿ばねの最大撓み量を少なくすることなく小歯車部分の軸長方向長さを短くすることができる。

【0015】

第3発明に係る電動パワーステアリング装置は、電動モータによって回転され、その歯部の両端に径方向の段部を介して軸部を有する小歯車と、前記軸部が挿入され小歯車を軸長方向へ移動可能に支持する転がり軸受と、前記小歯車に噛合

し舵取手段に繋がる大歯車とを備え、前記電動モータの回転によって操舵補助するようにした電動パワーステアリング装置において、前記弾性体は前記小歯車の段部に取着されており、前記弾性体の撓み量を制限する制限部を備えていることを特徴とすることを特徴とする。

【0016】

第3発明にあっては、操舵中立位置から左右いずれかの方向への操舵時、小歯車に加わる軸長方向への力によって弾性体が撓むことになり、この結果、モータが駆動されない操舵領域での操舵負荷を低減することができ、操舵フィーリングを改善することができる。また、小歯車に加わる軸長方向への力によって弾性体が撓むとき、この弾性体の撓み量を制限部により制限することができるため、弾性体の耐久性を改善することができる。

しかも、弾性体は小歯車の段部に取着されており、弾性体を単独で組み込む必要がないため、この弾性体の組込み間違いがなく、弾性体の組直しをなくすことができるとともに、組込み作業性を向上できる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて詳述する。

実施の形態1

図1は本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態1の構成を示す減速歯車機構部分の拡大断面図、図2は電動パワーステアリング装置の全体の構成を示す断面図である。

【0018】

電動パワーステアリング装置は、操舵補助用の電動モータ1と、該電動モータ1の出力軸1aに雄形継手部21及び雌形継手部22を有する軸継手2を介して連結され、小歯車としてのウォーム3及び該ウォーム3に噛合する大歯車としてのウォームホイール4を有する減速歯車機構Aと、該減速歯車機構Aを収容して支持する支持部材としてのハウジング5と、減速歯車機構Aに繋がる舵取手段6とを備えている。

【0019】

この舵取手段6は、一端部が舵取りのための操舵輪Bに繋がり、他端部に筒部61aを有する第1の操舵軸61と、筒部61a内に挿入されてその一端部が筒部61aに連結され、操舵輪Bに加わる操舵トルクの作用によって捩れるトーションバー62と、他端部がトーションバー62の他端部に連結され、減速歯車機構Aに繋がる第2の操舵軸63とを備え、第2の操舵軸63がユニバーサルジョイントを介して例えばラックピニオン式の舵取機構（不図示）に繋がる。

【0020】

ハウジング5は歯部3aの両端に軸部3b, 3cを有するウォーム3を収容し、該ウォーム3の軸部3b, 3cを、転がり軸受7, 8を介して回転自在に支持した第1収容部5aと、ウォームホイール4を収容し、該ウォームホイール4を第2の操舵軸63及び第2の操舵軸63に嵌合された2つの転がり軸受9, 10を介して支持した第2収容部5bとを有する。

【0021】

第1収容部5aはウォーム3の軸長方向に長くなっており、その長手方向一端部には転がり軸受7を内嵌支持する支持孔51及び該支持孔51に連なるねじ孔52及びモータ取付部53が設けられており、ねじ孔52に転がり軸受7を固定するためのねじ環11が螺着されている。また、モータ取付部53に電動モータ1が取付けられている。第1収容部5aの他端部には転がり軸受8を内嵌支持する支持孔54が設けられている。

【0022】

減速歯車機構Aのウォーム3は複数条の歯を有する歯部3aと、該歯部3aの両端に径方向の段部3d, 3dを介して連なり、歯部3aよりも小径の軸部3b, 3cとを有する。一方の軸部3bは転がり軸受7の内輪7aに軸長方向への移動を可能に内嵌され、転がり軸受7を介してハウジング5に回転自在に支持されている。他方の軸部3cは転がり軸受8の内輪8aに軸長方向への移動を可能に内嵌され、転がり軸受8を介してハウジング5に回転自在に支持されている。ウォームホイール4は第2の操舵軸63の途中に嵌合固定されている。

【0023】

このようにウォーム3を軸長方向へ移動可能に支持する転がり軸受7, 8の内

輪7a, 8aには、軌道溝と一側面との間に環状溝71, 81が設られており、内輪7aと段部3dの間、及び内輪8aと段部3dとの間には、ウォーム3の軸長方向への移動を抑制する弹性体としての皿ばね12, 12と、皿ばね12, 12の撓み量を制限する制限部としての凸部13, 13とを設けてある。また、外輪7b, 8bの内周には内輪7a, 8a及び外輪7b, 8b間の空間を閉じるシール部材72, 82が嵌合固定されている。

【0024】

図3は弹性体の構成を示す斜視図である。

各皿ばね12, 12は中心軸線と直交的な扁平状の嵌合内周部12a, 12aから外縁にかけて中心軸線に対して傾斜する可撓のテープ状になっている。また、皿ばね12, 12は径方向の途中から内縁にかけて複数の可撓片12b, 12bを有しており、この可撓片12b, 12bに嵌合内周部12a, 12aが設けられている構成としてある。そして、嵌合内周部12a, 12aが内輪7a, 8aの環状溝71, 81に外嵌され、外周部がウォーム3の段部3d, 3dに接触しており、転がり軸受7, 8の内輪7a, 8aを反歯部側へ押圧し、内輪7a, 8a及び外輪7b, 8bの間の隙間、即ち、転がり軸受7, 8のアキシャル隙間をなくするとともに、ウォーム3が内輪7a, 8aに対して軸長方向一方及び他方へ移動することを抑制している。

【0025】

凸部13, 13は皿ばね12, 12の内側における軸部3b, 3cの段部3d, 3d側、換言すれば皿ばね12, 12の内側であり、内輪7a, 8a及び段部3d, 3dの間における軸部3b, 3cの段部3d, 3d側に一周にかけて一体に突設されている。また、凸部13, 13は軸部3b, 3cよりも大径としてあり、ウォーム3の軸長方向への移動により一方の凸部13が内輪7aの一側面に当接し、他方の凸部13が内輪8aの一側面に当接して皿ばね12, 12の撓み量を制限するようにしてある。

【0026】

電動モータ1の出力軸1aとウォーム3の軸部3bとはセレーションを有する雄形継手部21及び雌形継手部22を介して軸長方向への相対移動を可能に結合

されている。雄形継手部21は軸部3bの周面にセレーションを設けることにより構成されており、また、雌形継手部22は出力軸1aに嵌合固定された筒部材の内側にセレーションを設けることにより構成されており、雄形継手部21及び雌形継手部22がセレーション嵌合されている。

【0027】

尚、ハウジング5内には、トーションバー62の捩れに応じた第1の操舵軸61及び第2の操舵軸63の相対回転変位量によって操舵輪Bに加わる操舵トルクを検出するトルクセンサ14が内装されており、該トルクセンサ14が検出したトルク等に基づいて電動モータ1が駆動制御されるように構成されている。

【0028】

以上のように構成された電動パワーステアリング装置は、一端の軸部3bが電動モータ1の出力軸1aに軸継手2を介して連動連結されたウォーム3の軸部3bを転がり軸受7により、また、他端の軸部3cを転がり軸受8により回転及び軸長方向への移動を可能に支持し、転がり軸受7, 8の内輪7a, 8aとウォーム3の段部3d, 3dとの間に皿ばね12, 12を設け、皿ばね12, 12がウォーム3の軸長方向への移動を抑制するようにしてあるため、電動モータ1が駆動されない操舵領域、即ち、車両の高速走行時の操舵角が例えば1°程度に小さい操舵領域で操舵されることにより、操舵輪Bの操舵力が第1の操舵軸61、トーションバー62、第2の操舵軸63及びウォームホイール4を介してウォーム3に伝動されたとき、該ウォーム3に加わる軸長方向への分力によってウォーム3は一方の皿ばね12の可撓片12bを撓ませつつ軸長方向一方へ移動、又は他方の皿ばね12の可撓片12bを撓ませつつ軸長方向他方へ移動し、ウォーム3の回転角が小さくなり、ウォーム3から電動モータ1の出力軸1aへの伝動を緩和することができ、電動モータ1が駆動されない操舵領域での操舵負荷を低減でき、操舵フィーリングを良好にできる。

【0029】

また、ウォーム3に加わる軸長方向への力が比較的大きい場合、一方の皿ばね12の可撓片12bの撓み量が大きくなるが、この皿ばね12の可撓片12bの撓み量を凸部13により制限することができる。例えば、ウォーム3が軸長方向

一方へ移動する場合、ウォーム3の移動力が段部3dから皿ばね12に伝動され、該皿ばね12の可撓片12bが撓み、可撓片12bの撓み量の増加により凸部13が内輪7a又は8aの一側面に当接し、ウォーム3の移動を制限することができる。この結果、皿ばね12, 12の撓み量を制限することができ、皿ばね12, 12の耐久性を高めることができる。

【0030】

しかも、皿ばね12, 12は嵌合内周部12a, 12aが内輪7a, 8aの環状溝71, 81に外嵌され、転がり軸受7, 8に取着されているため、皿ばね12, 12を単独で組み込む必要がない。従って、皿ばね12, 12の組込み間違いがなく、皿ばね12, 12の組直しをなくすことができるとともに、組込み作業性を向上できる。また、ウォーム3が軸長方向へ移動するとき、皿ばね12, 12に邪魔されることなく凸部13, 13を内輪7a, 8aの一側面に当接させることができる。

また、凸部13, 13は軸部3b, 3cと一体であるため、部品点数を増加することなく制限部を備えることができ、組立て作業性を向上でき、制限部を備える割にコストを低減できる。

【0031】

実施の形態2

図4は実施の形態2の構成を示す減速歯車機構部分の拡大断面図である。この実施の形態2の電動パワーステアリング装置は、皿ばね12, 12を内輪7a, 8aに取着する代わりに、ウォーム3の段部3d, 3dに皿ばね12, 12の外周部を取り着し、内周部を内輪7a, 8aの一側面に接触させたものである。

。

【0032】

この実施の形態2において、段部3d, 3dには、軸長方向へ窪む環状凹所31, 31と、該環状凹所31, 31から径方向へ窪んだ環状溝32, 32とが設けられている。

また、皿ばね12, 12は中心軸線と直交的な扁平状の嵌合外周部12c, 12cから内縁にかけて中心軸線に対して傾斜する可撓のテーパ状になっている。

また、皿ばね12, 12は径方向の途中から内縁にかけて複数の可撓片12b, 12bを有している。そして、嵌合外周部12c, 12cがウォーム3の環状溝32, 32に内嵌され、内周部が内輪7a, 8aの一側面に接触しており、転がり軸受7, 8の内輪7a, 8aを反歯部側へ押圧し、内輪7a, 8a及び外輪7b, 8bの間の隙間、即ち、転がり軸受7, 8のアキシアル隙間をなくするとともに、ウォーム3が内輪7a, 8aに対して軸長方向一方及び他方へ移動することを抑制している。

【0033】

尚、以上説明した実施の形態1では制限部としての凸部13, 13を軸部3b, 3cと一体に設けたが、その他、制限部は軸部3b, 3cと別に例えば環状に形成し、軸部3b, 3cに外嵌してもよい。また、制限部は一周に亘って連続する構造である他、1つの凸部又は周方向に離隔する複数の凸部であってもよい。また、制限部は例えば皿ばね12, 12における可撓片12b, 12b間の部片を中心軸線と平行的に屈曲させ、この屈曲部分により構成してもよい。

【0034】

また、以上説明した実施の形態の皿ばね12, 12は内周部に可撓片12b, 12bを有する構造としたが、その他、皿ばね12, 12は外周部に可撓片12b, 12bを有する構造であってもよい。また、皿ばね12, 12は可撓片12b, 12bがない構造であってもよい。

また、以上説明した実施の形態の減速歯車機構Aは、小歯車であるウォーム3及び大歯車であるウォームホイール4を備えたウォーム歯車である他、小歯車であるハイポイドピニオン及び大歯車であるハイポイドホイールを備えたハイポイド歯車であってもよい。さらに、小歯車、大歯車としてはすば歯車であってもよく、はすば歯車の一部とウォーム歯車の一部とを合成した歯車であってもよい。

【0035】

【発明の効果】

以上詳述したように第1発明によれば、操舵中立位置から左右いずれかの方向へ操舵する場合の操舵フィーリングを改善することができるとともに、小歯車の移動を抑制する弾性体の耐久性を改善することができ、しかも、弾性体の組込み

間違いがなく、弾性体の組直しをなくすることができる。

【0036】

第2発明によれば、皿ばねの取着を簡易にでき、しかも、皿ばねの最大撓み量を少なくすることなく小歯車部分の軸長方向長さを短くすることができる。

【0037】

第3発明によれば、操舵中立位置から左右いずれかの方向へ操舵する場合の操舵フィーリングを改善することができるとともに、小歯車の移動を抑制する弾性体の耐久性を改善することができ、しかも、弾性体の組込み間違いがなく、弾性体の組直しをなくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態1の構成を示す減速歯車機構部分の拡大断面図である。

【図2】

本発明に係る電動パワーステアリング装置の全体の構成を示す断面図である。

【図3】

本発明に係る電動パワーステアリング装置の弾性体の構成を示す斜視図である

【図4】

実施の形態2の構成を示す減速歯車機構部分の拡大断面図である。

【符号の説明】

- 1 電動モータ
- 3 ウォーム（小歯車）
- 3.a 歯部
- 3.b, 3.c 軸部
- 3.d 段部
- 4 ウォームホイール（大歯車）
- 6 操取手段
- 7, 8 転がり軸受

7a, 8a 内輪

71, 81 環状溝

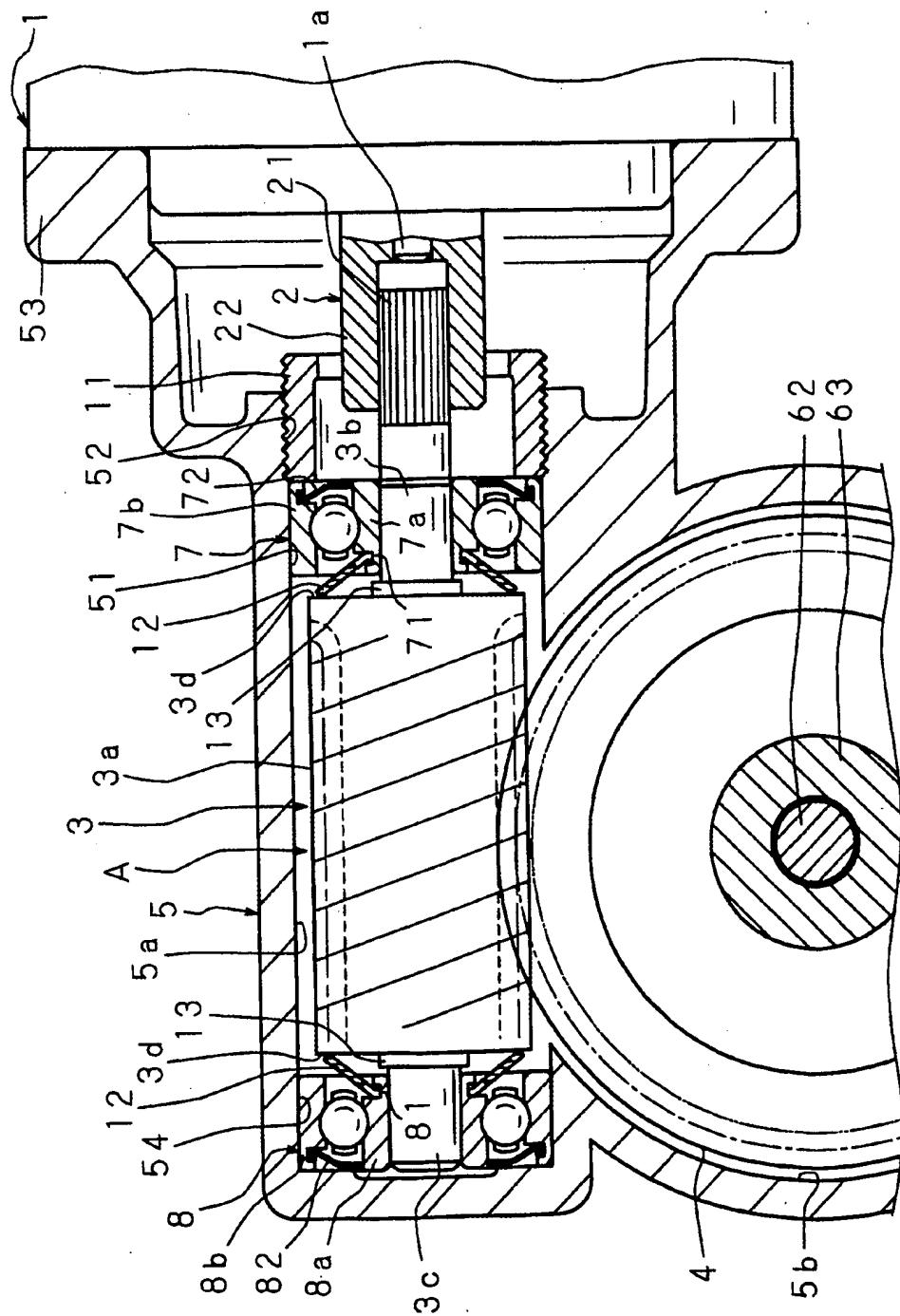
12 盤ばね（弾性体）

12a 嵌合内周部

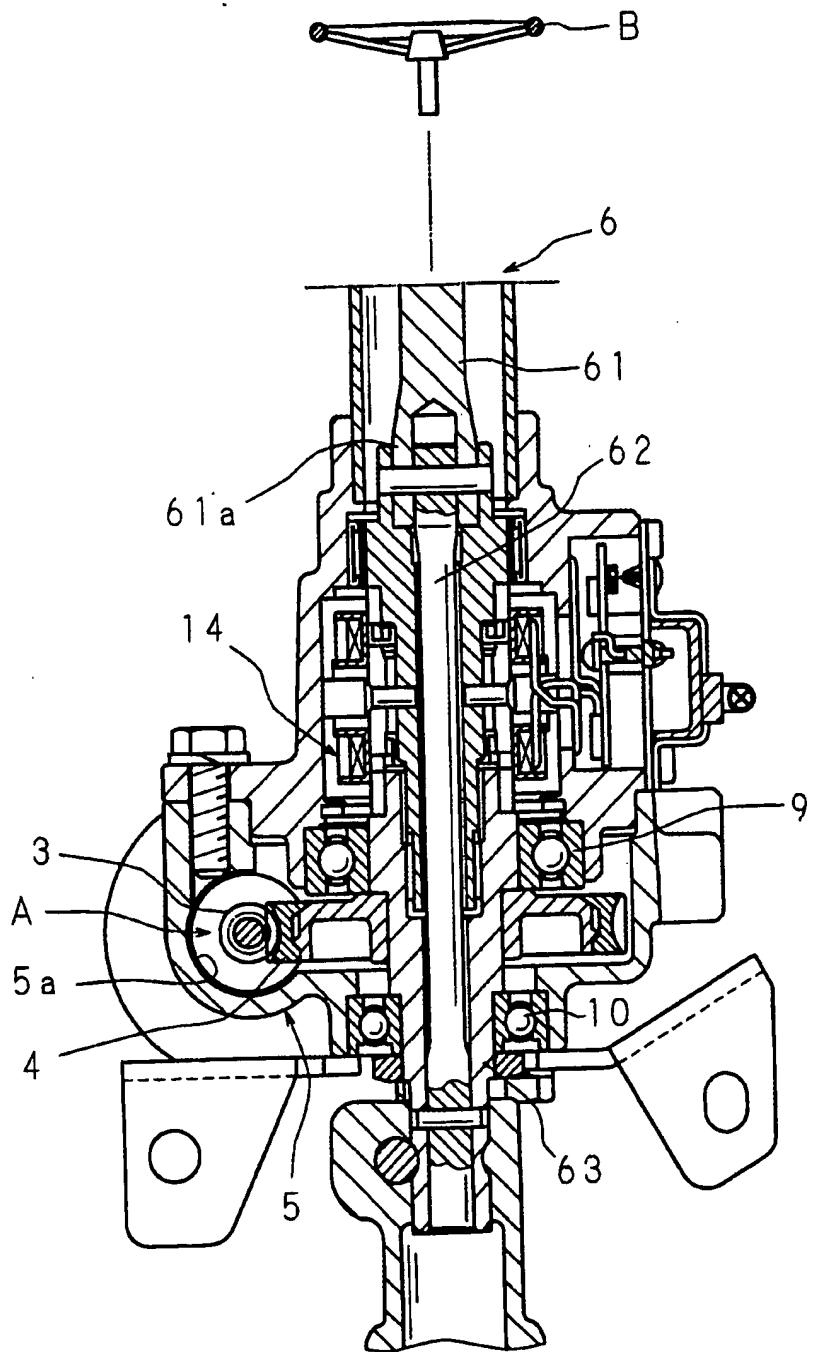
13 凸部（制限部）

【書類名】 図面

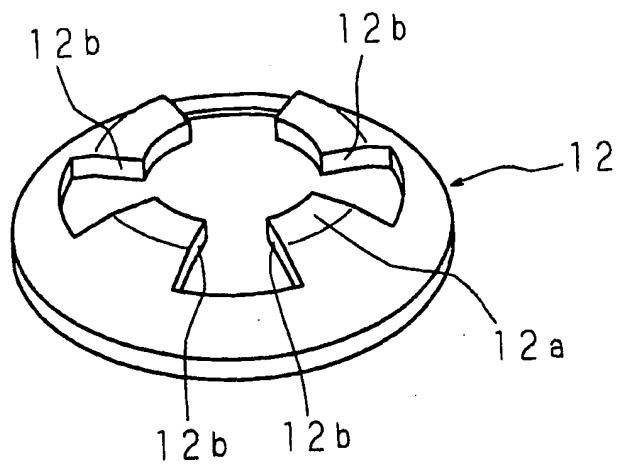
【図1】



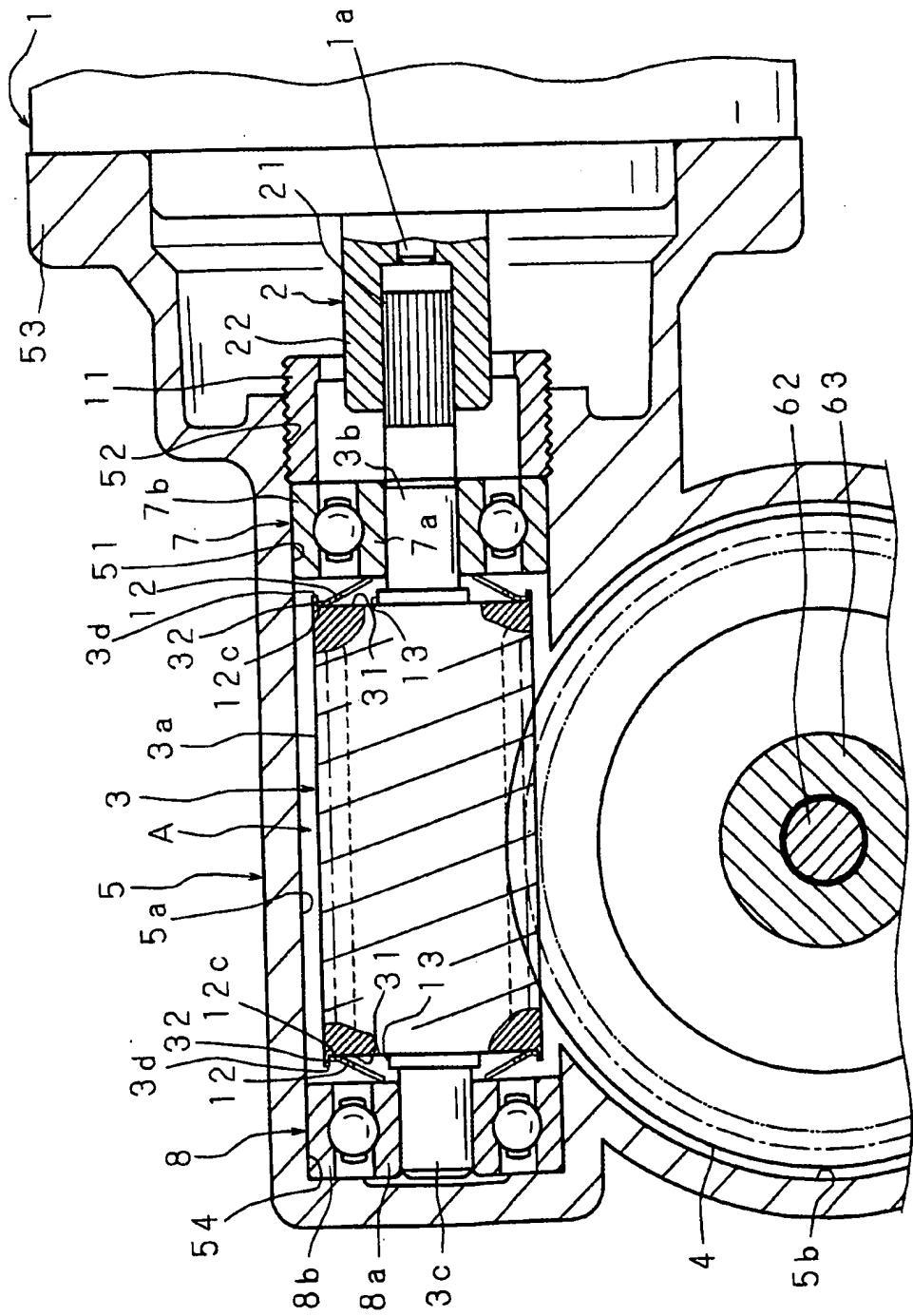
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 操舵補助用のモータが駆動されない操舵領域での操舵負荷を低減するための弾性体の耐久性を高めることができるとともに、この弾性体の組直しをなくすることができるようとする。

【解決手段】 操舵補助用の電動モータ1によって回転され、歯部3aの両端に径方向の段部3d, 3dを介して連なる軸部3b, 3cを有するウォーム3を軸長方向へ移動可能に支持する転がり軸受7, 8と、ウォーム3の軸長方向への移動を抑制する2つの皿ばね12, 12と、該皿ばね12, 12の撓み量を制限する凸部13, 13とを備えており、内輪7a, 8aにおける軌道溝及び一側面間に環状溝71, 81を設け、該環状溝71, 81に皿ばね12, 12の嵌合内周部を外嵌することにより皿ばね12, 12を転がり軸受7, 8に取着し、外周部を前記段部3d, 3dに接触させた。

【選択図】 図1

特願 2003-118168

出願人履歴情報

識別番号

[000001247]

1. 変更年月日

1990年 8月24日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

氏 名

光洋精工株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.